

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-291900  
 (43)Date of publication of application : 19.10.2001

(51)Int.Cl. H01L 33/00

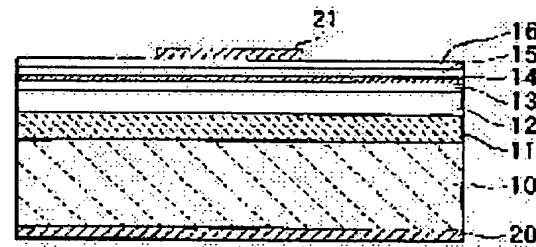
(21)Application number : 2000-105279 (71)Applicant : DENSO CORP  
 (22)Date of filing : 06.04.2000 (72)Inventor : NAITO MASAMI  
 ONDA SHOICHI

## (54) SEMICONDUCTOR LIGHT-EMITTING DEVICE AND MANUFACTURING METHOD THEREOF

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a single-chip semiconductor light-emitting device which is easily manufactured and provides a bright white emission.

**SOLUTION:** Boron and the like is ion-implanted into a surface layer of an n-type SiC substrate 10 in which nitrogen is doped, to form an n-type SiC 11. On the n-type SiC 11, there are sequentially laminated an n-type nitride semiconductor layer 12, an n-type AlGaN layer 13, an InGaN layer 14, a p-type AlGaN layer 15, and a p-type GaN layer 16. An n-type ohmic electrode 20 is formed on the rear surface of the n-type SiC substrate 10 while forming a p-type ohmic electrode 21 on the front surface of the p-type GaN layer 16. With this configuration, if a voltage is applied in forward direction between the p-type ohmic electrode 21 and the n-type ohmic electrode 20, a current flows between both electrodes so that the InGaN layer 14 emits blue light. Excited by the blue light, the n-type SiC 11 emits yellow light. The two colors are combined to allow emission close to white.



10: n型SiC基板  
 11: n型SiC  
 12: n型窒化物半導体層  
 13: n型AlGaN層  
 14: InGaN層  
 15: p型AlGaN層  
 16: p型GaN層  
 20: n型オーム電極  
 21: p型オーム電極

### LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 11.08.2006

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2001-291900  
(P2001-291900A)

(43)公開日 平成13年10月19日 (2001.10.19)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>  
H 0 1 L 33/00

識別記号

F I  
H 0 1 L 33/00

テーマコード(参考)  
F 5 F 0 4 1  
C

審査請求 未請求 請求項の数14 O L (全 6 頁)

(21)出願番号 特願2000-105279(P2000-105279)

(22)出願日 平成12年4月6日 (2000.4.6)

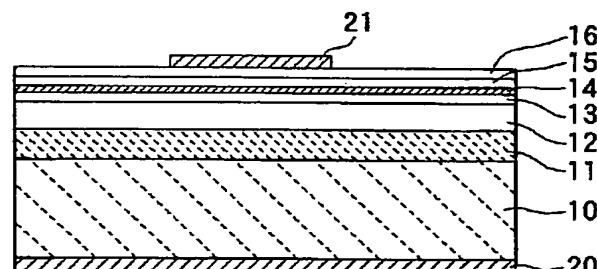
(71)出願人 000004260  
株式会社デンソー  
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地  
(72)発明者 内藤 正美  
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会  
社デンソー内  
(72)発明者 恩田 正一  
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会  
社デンソー内  
(74)代理人 100100022  
弁理士 伊藤 洋二 (外2名)  
F ターム(参考) 5F041 AA12 CA33 CA40 CA50 CA55  
CA57

(54)【発明の名称】 半導体発光装置およびその製造方法

(57)【要約】

【課題】 作製が容易な1チップの発光装置で高輝度な白色発光が得られる半導体発光装置を提供する。

【解決手段】 窒素がドーピングされたn型SiC基板10の表層部に、ボロン等をイオン注入してn型SiC11を形成する。このn型SiC11上に、n型窒化物半導体層12、n型AlGaN層13、InGaN層14、p型AlGaN層15とp型GaN層16を順次積層する。さらに、n型SiC基板10の裏面にn型オーム電極20、p型GaN層16の表面にp型オーム電極21を形成する。このような構成においては、p型オーム電極21とn型オーム電極20の間に順方向に電圧を印加すると、両電極間に電流が流れ、InGaN層14が青色に発光する。この青色の光に励起されて、n型SiC11が黄色に発光する。これら二色が組み合わさり、白色に近い光が発光される。



10: n型SiC基板  
11: n型SiC  
12: n型窒化物半導体層  
13: n型AlGaN層  
14: InGaN層  
15: p型AlGaN層  
16: p型GaN層  
20: n型オーム電極  
21: p型オーム電極

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 炭化珪素基板 (10) と、前記炭化珪素基板上に形成された青色を発光する発光素子 (12~16) とを備えてなり、前記炭化珪素基板が、前記発光素子から発光された青色の光に励起されて黄色の光を発光することを特徴とする半導体発光装置。

【請求項 2】 前記炭化珪素基板には、少なくともボロン、窒素とボロン、窒素とガリウム、窒素とスカンジウム、若しくは窒素とベリリウムのいずれかがドープされていることを特徴とする請求項 1 に記載の半導体発光装置。

【請求項 3】 前記発光素子は窒化物系化合物半導体で形成されていることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の半導体発光装置。

【請求項 4】 前記発光素子から発光された色と前記炭化珪素基板から発光された色とが補色関係にあり、前記発光素子から発光された色と前記炭化珪素基板から発光された色とが組み合わさって白色が発光されるようになっていることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 つに記載の半導体発光装置。

【請求項 5】 第 1 導電型の炭化珪素基板 (10) と、前記炭化珪素基板上に形成された第 1 導電型の半導体層 (12) と、

前記半導体層の上に形成された第 1 導電型のクラッド層 (13) と、

前記クラッド層上に形成され、青色発光を行う活性層 (14) と、

前記活性層上に形成された第 2 導電型のクラッド層 (15、16) と、

前記第 2 導電型のクラッド層の上に形成された第 1 の電極 (21) と、

前記炭化珪素基板の裏面に形成された第 2 の電極 (20) とを備え、

前記炭化珪素基板には、少なくともボロン、窒素とボロン、窒素とガリウム、窒素とスカンジウム、若しくは窒素とベリリウムのいずれかがドープされていることを特徴とする半導体発光装置。

【請求項 6】 前記炭化珪素基板のうち、ボロン、窒素とボロン、窒素とガリウム、窒素とスカンジウム、若しくは窒素とベリリウムのいずれかがドープされている領域は第 1 導電型になっていることを特徴とする請求項 5 に記載の半導体発光装置。

【請求項 7】 窒素がドープされている n 型炭化珪素基板 (10) と、

前記 n 型炭化珪素基板上に形成された n 型半導体層 (12) と、

前記半導体層の上に形成された n 型クラッド層 (13) と、

前記クラッド層上に形成され、青色発光を行う活性層

(14) と、

前記活性層上に形成された p 型クラッド層 (15、16) と、

前記 p 型クラッド層の上に形成された第 1 の電極 (21) と、

前記半導体基板の裏面に形成された第 2 の電極 (20) とを備え、

前記 n 型炭化珪素基板には、少なくともボロン、ガリウム、スカンジウム、若しくはベリリウムのいずれかがドープされていることを特徴とする半導体発光装置。

【請求項 8】 前記活性層は、窒化物系化合物半導体であることを特徴とする請求項 5 乃至 7 のいずれか 1 つに記載の半導体発光装置。

【請求項 9】 前記活性層は、(Al<sub>1-x</sub>G<sub>x</sub>)<sub>1-y</sub>N (0 ≤ x ≤ 1、0 ≤ y ≤ 1) で構成されていることを特徴とする請求項 5 乃至 8 のいずれか 1 つに記載の半導体発光装置。

【請求項 10】 前記活性層から発光された色と前記炭化珪素基板から発光された色とが補色関係にあり、前記活性層から発光された色と前記炭化珪素基板から発光された色とが組み合わさって白色が発光されるようになっていることを特徴とする請求項 5 乃至 9 のいずれか 1 つに記載の半導体発光装置。

【請求項 11】 前記炭化珪素基板は 6H-SiC、4H-SiC 又は 15R-SiC であることを特徴とする請求項 1 乃至 10 のいずれか 1 つに記載の半導体発光装置。

【請求項 12】 導電性を有する炭化珪素基板 (10) に、不純物となるボロン、窒素とボロン、窒素とガリウム、窒素とスカンジウム、若しくは窒素とベリリウムのいずれかを導入する工程と、

前記炭化珪素基板上に発光部となる窒化物系化合物半導体層 (12~16) をエピタキシャル成長させる工程と、

前記発光部となる半導体層上に第 1 の電極 (21) を形成する工程と、

前記炭化珪素基板の裏面に第 2 の電極 (20) を形成する工程と、を含むことを特徴とする半導体発光装置の製造方法。

【請求項 13】 窒素がドープされた n 型炭化珪素基板 (10) に、不純物となるボロン、ガリウム、スカンジウム、若しくはベリリウムのいずれかを導入する工程と、

前記炭化珪素基板上に発光部となる窒化物系化合物半導体層 (12~16) をエピタキシャル成長させる工程と、

前記発光部となる半導体層上に第 1 の電極 (21) を形成する工程と、

前記炭化珪素基板の裏面に第 2 の電極 (20) を形成する工程と、を含むことを特徴とする半導体発光装置の製

造方法。

【請求項14】前記不純物を導入する前に、前記炭化珪素基板のうち前記不純物が導入される領域にカーボンを導入する工程を含んでいることを特徴とする請求項12又は13に記載の半導体発光装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体発光素子として用いられる半導体発光装置およびその製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】発光ダイオード(LED)による白色発光は、小型、軽量、長寿命、低消費電力であることから、一般に使用されている白熱電球や蛍光灯に取って代わる可能性を秘めている。

【0003】LEDによって、白色発光を得る方法として、赤色、緑色、青色それぞれのLEDを組み合わせて白色を得る方法と、青色LEDと青色光の励起により黄色を発光する蛍光体とを組み合わせて白色を得る方法がある。

【0004】しかしながら、前者は、LEDが3チップも必要なことからコストが高いという問題を有し、後者は、蛍光体を使用することからコストが高くなると共に、外部に放出される効率が悪くなるという問題を有している。

【0005】これに対し、LED 1チップで白色発光を得る方法が考案されている。一つは、ZnSeで作製した青色LEDと青色光の励起により黄色を発光するZnSe基板とを組み合わせて白色を得る方法(日経エレクトロニクス1999年5月17日号p. 743参照)、もう一つは、赤色、緑色、青色それぞれを発光する活性層を積層するLED構造を作製し白色を得る方法(特開平9-232627号公報参照)である。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】上記した各方法によれば、LEDチップ1つだけで白色発光が得られる。

【0007】しかしながら、前者の方法では、ZnSeで青色発光を行う発光素子を作製しているため、GaNの発光素子と比べて青色の発光強度が低く、寿命も短いという問題がある。また、後者の方法では、三色を発光させる構造を結晶成長することが難しく、しかも駆動電圧が高いという問題がある。

【0008】本発明は上記点を解決するために、作製が容易な1チップの発光装置で高輝度な白色発光が得られる半導体発光装置及びその製造方法を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、請求項1に記載の発明では、炭化珪素基板(10)と、炭化珪素基板上に形成された青色を発光する発光素

子(12~16)とを備えてなり、炭化珪素基板が発光素子から発光された青色の光に励起されて黄色の光を発光することを特徴としている。

【0010】このように、炭化珪素基板を用いて黄色の発光が成されるようにすることで、発光素子からの青色の光と、基板からの黄色の光とが組み合わさり、1チップで白色に近い発光色を出すことができる。

【0011】請求項2に記載の発明では、炭化珪素基板には、少なくともボロン、窒素とボロン、窒素とガリウム、窒素とスカンジウム、若しくは窒素とベリリウムのいずれかがドープされていることを特徴としている。

【0012】これらの不純物を導入することにより、炭化珪素基板から黄色の発光が得られ、強度の強い白色に近い発光を得ることができる。なお、不純物を炭化珪素基板の広範囲に導入すれば、広範囲で黄色の発光を得ることができる。また、不純物を炭化珪素基板の一部にのみ導入しても、その一部から十分な黄色の発光を得ることが可能である。この場合には、不純物が導入されない領域があり、この領域の内部抵抗値は変化しない。従つて、不純物導入による抵抗値変化が原因で素子の電気特性が変化してしまうことを防止することができる。

【0013】請求項3に記載の発明では、発光素子は窒化物系化合物半導体で形成されていることを特徴としている。これにより、青色の強い発光強度が得られ、その結果、強度の強い白色に近い発光色が発光されるようできる。

【0014】請求項4に記載の発明では、発光素子から発光された色と炭化珪素基板から発光された色とが補色関係にあり、発光素子から発光された色と炭化珪素基板から発光された色とが組み合わさって白色が発光されるようになっていることを特徴としている。

【0015】このように、補色関係にある色を発光素子から発光することにより、1チップで白色の発光を出すことができる。

【0016】請求項5に記載の発明においては、第1導電型の炭化珪素基板(10)と、炭化珪素基板の上に形成された第1導電型の半導体層(12)と、半導体層の上に形成された第1導電型のクラッド層(13)と、第1導電型のクラッド層上に形成され、青色発光を行う活性層(14)と、活性層上に形成された第2導電型のクラッド層(15、16)と、第2導電型のクラッド層の上に形成された第1の電極(21)と、炭化珪素基板の裏面に形成された第2の電極(20)とを備え、炭化珪素基板には、少なくともボロン、窒素とボロン、窒素とガリウム、窒素とスカンジウム、若しくは窒素とベリリウムのいずれかがドープされていることを特徴としている。

【0017】このような構成により、請求項1、2と同様の効果を得ることができる。なお、この場合においても、炭化珪素基板の広範囲に不純物を導入するようにし

てもよく、一部に不純物を導入するようにしてもよい。

【0018】請求項7に記載の発明においては、窒素がドープされているn型炭化珪素基板(10)と、n型炭化珪素基板上に形成されたn型半導体層(12)と、半導体層の上に形成されたn型クラッド層(13)と、クラッド層上に形成され、青色発光を行う活性層(14)と、活性層上に形成されたp型クラッド層(15、16)と、p型クラッド層の上に形成された第1の電極(21)と、半導体基板の裏面に形成された第2の電極(20)とを備え、n型炭化珪素基板には、少なくともボロン、ガリウム、スカンジウム、若しくはベリリウムのいずれかがドープされていることを特徴としている。

【0019】このような構成により、請求項1、2と同様の効果を得ることができると共に、電子を多数キャリアとするn型炭化珪素基板を用いているため、より駆動電圧を低くすることができる。なお、この場合においても、炭化珪素基板の広範囲に不純物を導入するようにしてもよく、一部に不純物を導入するようにしてもよい。

【0020】請求項8に記載の発明では、活性層は、窒化物系化合物半導体であることを特徴としている。これにより、青色の強い発光強度が得られ、その結果、強度の強い白色に近い発光色が発光されるようになる。

【0021】請求項9に記載の発明では、活性層は、 $(Al_xGa_{1-x})_yIn_zN$  ( $0 \leq x \leq 1$ 、 $0 \leq y \leq 1$ ) で構成されていることを特徴としている。このような構成とすることにより、発光素子となる活性層から広範囲の波長の光が得られ、その結果、様々な白色(例えば、微妙に色調の異なる白色や、黄色、ピンクに近い白色等)を発光させることができる。

【0022】請求項10に記載の発明では、活性層から発光された色と炭化珪素基板から発光された色とが補色関係にあり、活性層から発光された色と炭化珪素基板から発光された色とが組み合わさせて白色が発光されるようになっていることを特徴としている。これにより、請求項4と同様の効果を得ることができる。

【0023】請求項11に記載の発明では、炭化珪素基板が6H-SiC、4H-SiC又は15R-SiCであることを特徴としている。これらの基板を用いれば、基板から黄色の発光が得られ、その結果、強度の強い白色に近い発光色が発光されるようになる。

【0024】請求項12に記載の発明では、導電性を有する炭化珪素基板(10)に、不純物となるボロン、窒素とボロン、窒素とガリウム、窒素とスカンジウム、若しくは窒素とベリリウムのいずれかを導入する工程と、炭化珪素基板上に発光部となる窒化物系化合物半導体層(12～16)をエピタキシャル成長させる工程と、発光部となる半導体層上に第1の電極(21)を形成する工程と、炭化珪素基板の裏面に第2の電極(20)を形成する工程と、を含むことを特徴としている。

【0025】このように、炭化珪素基板に、ボロン、窒

素とボロン、窒素とガリウム、窒素とスカンジウム、若しくは窒素とベリリウムのいずれかを導入することにより、黄色を発光させることができ、1チップで白色の近い発光色の発光を出すことができる。

【0026】例えば、請求項13に示すように、窒素がドープされたn型炭化珪素基板に、不純物となるボロン、ガリウム、スカンジウム、若しくはベリリウムのいずれかを導入するようにすればよい。

【0027】請求項14に記載の発明では、不純物を導入する前に、炭化珪素基板のうち不純物が導入される領域にカーボンを導入する工程を含むことを特徴としている。

【0028】このように、炭化珪素基板にカーボンを導入することにより、不純物の活性化率が向上し、強度の強い黄色を発光させることができる。

【0029】なお、上記各手段の括弧内の符号は、後述する実施形態に記載の具体的手段との対応関係を示すものである。

【0030】

【発明の実施の形態】(第1実施形態)以下、図に示す実施形態について説明する。

【0031】図1に、本発明の第1実施形態における半導体発光装置の断面構成を示す。以下、図1に基づいて、半導体発光装置の構成について説明する。

【0032】図1に示すように、窒素がドーピングされたn型SiC基板10の(0001)面の表層部には、n型SiC11が形成されている。このn型SiC11は、n型SiC基板10の表面に不純物となるボロンをイオン注入することによって形成されている。

【0033】そして、このn型SiC基板10上に発光素子を構成する窒化物系化合物半導体が複数層配置されている。まず、n型SiC基板10上には、n型窒化物半導体層12とn型AlGaN層13が形成されている。これらのうちn型AlGaN層13がn型クラッド層に相当する。また、n型AlGaN層13上には、活性層としてのInGaN層14が備えられている。さらに、このInGaN層14上には、p型AlGaN層15とp型GaN層16が順次積層されている。このp型AlGaN層15がp型のクラッド層に相当する。

【0034】さらに、n型SiC基板10の裏面にはn型オーミック電極20が形成されており、p型GaN層16の表面にはp型オーミック電極21が形成されている。

【0035】次に、上記構成の半導体発光装置の動作について、図2に示す断面図を用いて説明する。

【0036】まず、p型オーミック電極21とn型オーミック電極20の間に順方向に電圧を印加すると、これら両電極21、20の間に電流が流れる。このとき、活性層を窒化物系化合物半導体であるInGaN層14で構成しているため、電流の流れに伴ってInGaN層1

4が青色に発光する。そして、この青色の発光の一部が表面に向かい、また一部が裏面に向かう。そして、裏面に向かった光は、n型SiC11を透過する。すると、青色の光に励起されて、n型SiC11中に電子正孔対が発生し、それが窒素とボロン間の準位で再結合する。その結果、黄色の発光が得られる。

【0037】このように、n型SiC11から黄色が発光され、また活性層としてのInGaN層14から青色が発光されるので、これら補色関係にある二色が組み合わさると、半導体発光装置の表面から白色に近い光が発光される。

【0038】また、n型SiC基板10からの黄色の発光の強度や波長は、SiC基板にドープされた窒素やボロン等の量や活性化率、ドープされた領域の厚さによって変化し、室温でおよそ550nmから590nmのピークをもつ発光スペクトルが得られる。このスペクトルに発光素子から発光する青色の波長と組み合わせることにより、白色または、白色に近い色を発光させることができる。

【0039】このように、炭化珪素からなるn型SiC基板10を用いることにより、InGaN層14からの青色の光と、n型SiC基板10からの黄色の光とが組み合わさり、1チップで白色に近い発光色を出すことができる。

【0040】続いて、図1に示す半導体発光装置の製造工程を図3に示し、この図に基づいて半導体発光装置の製造方法を説明する。

【0041】まず、図3(a)に示すように、例えば、窒素がドープされたn型SiC基板10を用意する。そして、SiC基板10を例えば500°C以上の高温にしたのち、n型SiC基板10の表面にボロンをイオン注入し、その後、活性化アニールをする。これにより、図3(b)に示すように、深さ1μm程度のn型SiC11が形成される。

【0042】ここで、ボロンはp型ドーパントであるが、窒素によるn型キャリア濃度がボロンによるp型キャリア濃度より高く形成してあるため、n型SiC11はn型であるがキャリア濃度がn型SiC基板10より低い濃度となる。

【0043】なお、このとき、ボロンをイオン注入する前に、カーボンをイオン注入しておいてもよい。このようにすることで、ボロンの活性化率を向上させることができ、黄色の発光強度を向上させることができる。

【0044】続いて、MOCVD法により、図3(c)に示すように、SiC基板10の表面に、n型窒化物半導体層12、n型AlGaN層13、InGaN層14、p型AlGaN層15、p型GaN層16を順次エピタキシャル成長させる。そして、図3(d)に示すように、n型SiC基板10の裏面にn型オーミック電極20を形成すると共に、p型GaN層16の上にp型オ

ーミック電極21を形成する。これにより、図1に示す半導体発光装置が完成する。

【0045】(第2実施形態) 第1実施形態では、n型SiC基板10にボロンをイオン注入することでn型SiC11を形成しているが、最初から窒素とボロンをドープして結晶成長させた基板をn型SiC基板10として用いてもよい。

【0046】この場合、n型SiC基板10上に直接、n型窒化物半導体層12、n型AlGaN層13、InGaN層14、p型AlGaN層15、p型GaN層16を順次積層する。そして、n型SiC基板10の裏面にn型オーミック電極20を形成し、p型GaN層16の表面にp型オーミック電極21を形成すれば、半導体発光装置が完成する。

【0047】(他の実施形態) 上記第1実施形態では、ボロンをドープしたn型SiC11をn型SiC基板10の表面に形成したが、この位置に限るものではない。例えば、n型SiC基板10の裏面に形成してもよく、また、両面に形成してもよい。

【0048】さらに、n型SiC基板10の表面全面ではなく、表面の一部分だけにボロンを導入し、n型SiC11を形成しても良い。n型SiC基板10の全面にボロンを導入すれば、広範囲で黄色の光を得ることができるが、一部だけに導入するようにしても、その一部から十分な黄色の発光を得ることが可能である。また、この場合には、n型SiC基板10の全面にボロンが導入されないため、ボロンが導入されていない領域があり、この領域では内部抵抗値が変化しない。つまり、ボロンが導入された領域はn型半導体がボロンによって補償されるため高抵抗となるが、ボロンが導入されていない領域は高抵抗にならない。従って、抵抗値変化によって素子の電気特性が変化してしまうことを防止することができる。

【0049】また、上記各実施形態では、p型不純物としてボロンを例に挙げて説明したが、ボロン以外にも、ガリウム、スカンジウム、若しくはベリリウムのいずれを用いてもよい。

【0050】また、上記各実施形態では、活性層をInGaN層14としているが、活性層を(A<sub>1-x</sub>G<sub>x</sub>N)(0≤x≤1, 0≤y≤1)で構成するようにしてもよい。このような構成とすることにより、活性層から広範囲の波長の光が得られ、その結果、様々な白色(例えば、微妙に色調の異なる白色や、黄色、ピンクに近い白色等)を発光させることができる。

【0051】なお、上記各実施形態では基板をn型としたが、基板をp型とし、各層の導電型を逆にしてもよい。但し、n型の基板の場合には、電子を多数キャリアとするため、より駆動電圧を低くできる。

【0052】また、図1に示した半導体発光装置を上下反対にし、基板側から青色と黄色を組み合わせた白色に

近い光を発光させるようにしてもよい。さらに、エピタキシャル成長法としてMOCVD法を用いて行ったが、MBE（分子線エピタキシャル成長）法を用いててもよい。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態における半導体発光装置の断面構成を示す図である。

【図2】図1に示す半導体発光装置の動作説明を示す説明図である。

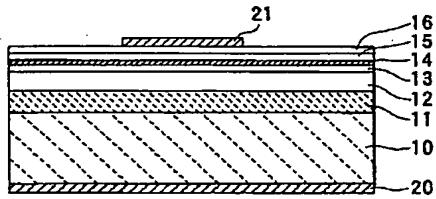
\*

\* 【図3】図1に示す半導体発光装置の製造工程を示す図である。

【符号の説明】

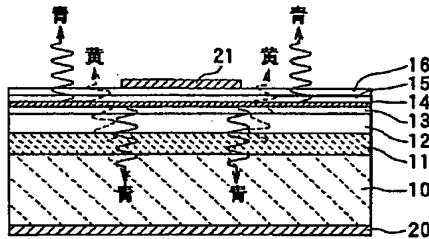
10…n型SiC基板、11…n型SiC、12…n型窒化物半導体層、13…n型AlGaN層、14…InGaN層、15…p型AlGaN層、16…p型GaN層、20…n型オーム電極、21…p型オーム電極。

【図1】



10: n型SiC基板  
11: n型SiC  
12: n型窒化物半導体層  
13: n型AlGaN層  
14: InGaN層  
15: p型AlGaN層  
16: p型GaN層  
20: n型オーム電極  
21: p型オーム電極

【図2】



【図3】

